Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 99 (1981)
Heft: 9

Artikel: Siebanlagen zur Regenwasserbehandlung
Autor: Meyer, Martin / Kaufmann, Peter
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-74438

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Siebanlagen zur Regenwasserbehandlung

Von Martin Meyer und Peter Kaufmann, Bern

Bei Regenwetter nimmt die in den Kanalisationen abzuleitende Abwassermenge stark zu. Der zeitweise bis auf das 100fache der Trockenwettermenge ansteigende Mischwasseranfall muss vielfach in ein Gewässer entlastet werden. Insbesondere in städtischen Agglomerationen, wo bestehende Abwassertransportleitungen, wie im Fall Bern, nur knapp den doppelten Trockenwetteranfall zur Kläranlage zu transportieren vermögen, ist eine Entlastung des Kanalnetzes und eine Behandlung des in das Gewässer eingeleiteten Mischwassers erforderlich.

Bisher wurden für diese Aufgabe vorwiegend Regenbecken erstellt, die bis zu mehreren tausend Kubikmetern Bauvolumen aufweisen können. In diesen Becken wird das Mischwasser gestapelt und/oder grob gereinigt. Sind die Platzverhältnisse zum Bau grosser Becken beengt, so drängen sich als Alternative zur Speicher- oder Absetzwirkung der Becken mechanische Siebeinrichtungen auf, die bei kleinerem Bauvolumen einen vergleichbaren Rückhalteeffekt bezüglich der unästhetischen Fremdstoffe aufweisen.

Als gangbarer Weg werden im nachstehenden Bericht verschiedene Siebvarianten untersucht und für den Anwendungsfall Bern-Elfenau eine Kombination vorgeschlagen, bei welcher an Stelle eines rund 1600 m³ grossen Verbundbeckens ein nur 560 m³ Inhalt aufweisendes Fangbecken tritt, in dessen Überlauf ein einfacher Rechen zur Rückhaltung der das Badegewässer Aare verschmutzenden Partikel eingebaut wird.

Zur Siebung von Regenüberlaufwasser

Bei Niederschlägen werden in Entlastungsbauwerken Schmutzstoffe in die Gewässer eingeleitet, da die Kanalisationen nur ein begrenztes Schluckvermögen aufweisen. Die Bedeutung dieser Schmutzstoffbelastung nimmt ständig zu, da in den vergangenen Jahren viele Kläranlagen gebaut wurden, mit welchen die anfallende Abwassermenge zunehmend besser gereinigt, die Schmutzfracht reduziert und dadurch die Gewässer entlastet wurden. Bereits *Imhoff* erwähnt im «Taschenbuch der Stadtentwässerung» Siebe und Rechen als Vorrichtung zur Entfernung von groben Schwebestoffen [1]. In der *Schweiz* wurden dann auch in den vierziger Jahren zwei Siebanlagen zur Siebung von Überlaufwasser erstellt, und zwar *Zentrisiebe* auf den Kläranlagen *Rapperswil* (SG) und *Winterthur*.

In letzter Zeit wird erneut von Sieben zur Regenwasserbehandlung gesprochen, nachdem in den vergangenen Jahren zahlreiche Regenbecken erstellt wurden. So erwähnt *Munz*, dass wenn bei einer Einleitstelle vor allem die sichtbaren Verunreinigungen zurückgehalten werden sollen, auch ein Sieb anstelle eines Regenbeckens in Frage komme [2]. Der *Verband Schweizerischer Abwasserfachleute* (VSA) erwähnt sogar in einem Arbeitspapier als weitere Möglichkeit für die Regenwasserbehandlung Mikrosiebe, Flotation, Filtration, Flockung, Zyklone und Rechen [3]. *W. Guyer* von der *Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz* (EAWAG) vertrat anlässlich einer Tagung des VSA die Ansicht, dass Siebe die konventionellen Regenbecken weitgehend ersetzen könnten [4].

Siebe wurden auch in den *Vereinigten Staaten* in langjährigen Versuchen getestet und teilweise als wirtschaftliche und betriebssichere Alternative zur Schwebestoffreduktion bei Regenüberläufen angesehen [5, 6, 7, 8].

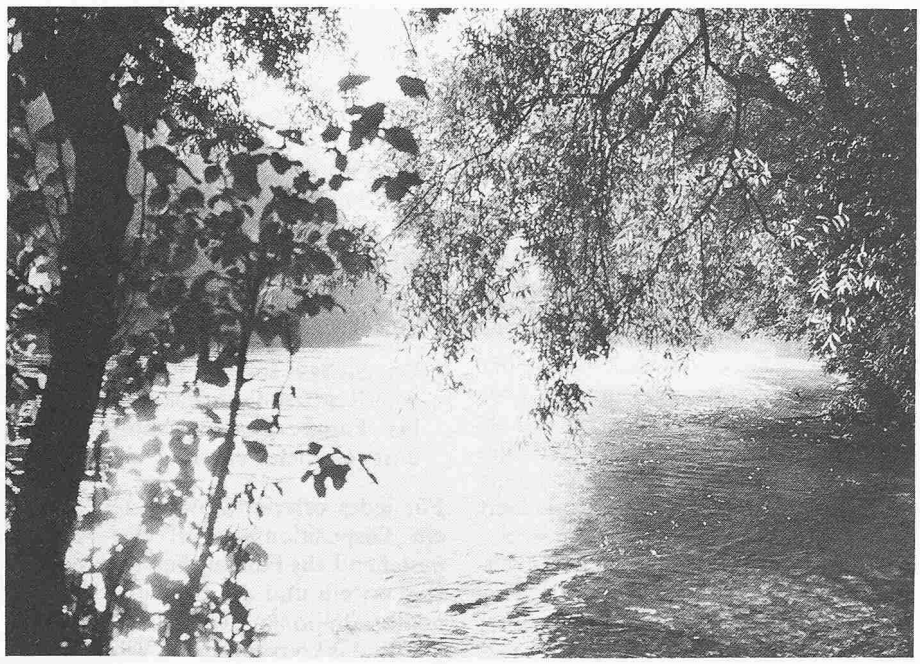

Bild 1. Aarelauf oberhalb Bern

Variantenstudie für das Regenbecken Elfenau

Die bei Regenwetter aus dem Gebiet *Elfenau–Murifeld–Wittigkofen* der *Stadt Bern* anfallende Abwassermenge von max. rund 11 000 l/s soll in der Elfenau vor der Einleitung in den unterdimensionierten Dalmazikanal auf den 2fachen Trockenwetterabfluss 2 Q_t, d.h. auf 370 l/s entlastet werden. Dies erfordert nach den Empfehlungen des *Bundesamtes für Umweltschutz* (BUS) eine Behandlung des zur Aare überfliessenden Mischwassers [9]. Besprechungen mit Mitarbeitern des BUS, des Wasser- und Energiewirtschaftsamtes des Kt. Bern (WEA) und der EAWAG haben ergeben, dass das Tiefbauamt der Stadt Bern eine Studie zur Untersuchung von Siebanlagen als Alternative zum konventionellen Regenüberlaufbecken (Verbundbecken) in Auftrag geben sollte. Der Entscheid basierte auf den folgenden Überlegungen:

Die Einleitstelle befindet sich unmittelbar oberhalb des Aarebades Marzili, mitten in einem der schönsten Erholungs- und Naturschutzgebiete (Bild 1). An die Regenentlastung sind deshalb strenge Anforderungen zu stellen. Dabei geht es bei dem leistungsfähigen Vorfluter Aare in erster Linie um *ästhetische* Belange und weniger um Jahresfrachten bezüglich eliminierbarer Schmutzstoffe. Im *Regenbecken Elfenau* sollen alle grösseren Verunreinigungen wie z.B. Schwimmstoffe, Papierfetzen, Stofflumpen etc. zurückgehalten werden.

In die Betrachtungen miteinbezogen werden auch *Topographie* und *Grösse*

des Einzugsgebietes. So interessiert beispielsweise die Eignung des Gebietes für das Fangen des ersten Schmutzstosses, das sind die Abschwemmungen von den Strassen und aus den Kanälen (Sielhaut und Ablagerungen). Da die Fliesszeiten für das untere Einzugsgebiet Elfenau sehr kurz sind und die Fliessgeschwindigkeiten im schwach schiessenden Bereich liegen, können die Fangbedingungen als gut bezeichnet werden.

Berücksichtigt man diese günstigen Voraussetzungen zum Fangen des ersten Schmutzstosses aus dem näher gelegenen Einzugsgebiet und den Wunsch nach einer wirksamen Klärung des Überlaufwassers aus dem entfernteren Gebiet, dann kommt man zum Schluss, dass das *optimale* Konzept für die Regenwasserbehandlung in der Elfenau aus einer *Kombination eines Fangbekkens mit einer Siebanlage* bestehen sollte.

Ziel der Variantenstudie war es demnach, die Richtigkeit der vorstehenden, mehrheitlich auf «gewässerschützerischen» Überlegungen basierenden Aussage im Hinblick auf verfahrensmässige Realisierbarkeit und vor allem auch bezüglich der erhofften, zu erzielenden finanziellen Einsparungen zu überprüfen.

Weitere Abklärungen, die es zu tätigen galt, betrafen die *Anordnung des Regenbeckens* [10]. Dieses kann im Hauptstrang, der zur Kläranlage führt, liegen (Hauptschluss). Das Schmutz- bzw. Mischwasser wird dabei dauernd durch das Becken geleitet, bei Anordnung im Nebenschluss jedoch am Becken vorbeigeführt. Becken im Hauptschluss bedingen einen Sohlenabsturz im Kanalgefälle. Da für das Regenbecken Elfenau genügend Gefälle zur Verfügung steht, kann das Becken grundsätzlich im Haupt- wie auch im Nebenschluss angeordnet werden.

Entscheidend für die Disposition des Beckens und der Siebanlage ist die Bedingung, dass die mit einem ansehnlichen finanziellen Aufwand zurückgehaltenen Schmutzpartikel auch wirklich zur Abwasserreinigungsanlage (ARA) und nicht in die Aare gelangen. Dies kann nur erreicht werden, indem das Regenbecken Elfenau im *Nebenschluss* angeordnet wird, und seine Entleerung erst dann beginnt, wenn die Abflussverhältnisse im untenliegenden Kanalisationsnetz und im grossen, ein Nutzvolumen von rund 14 000 m³ aufweisenden ARA-Zuleitungsstollen, der als sog. Speicherkanal betrieben wird, einen Abfluss in Richtung ARA erlauben, d.h. genügend Kapazität aufweisen.

Bei einer Anordnung im Hauptschluss würde der im Regenbecken gestapelte Schmutzstoss dauernd in Richtung ARA abgeleitet und bei überlastetem Kanalnetz direkt in die Aare entlastet. Eine zentrale Steuerung aller an der Regenwasserrückhaltung beteiligten Einrichtungen wie Regenbecken, Drosselschieber, Siebeinrichtungen und verstellbare Regenauslässe ist für ein sinnvolles Abflussregime eine zwingende Voraussetzung. Die hier zu evaluierenden Becken oder Siebeinrichtungen müssen demnach auch diese Bedingung erfüllen.

Als Grundlage und Vergleichsbasis zur Variantenstudie diente das sog. *Verbundbecken*, ein 1560 m³ grosses Betonbecken, bestehend aus einem 720 m³ grossen Fangteil (erster Schmutzstoss) und einem 840 m³ grossen Klärteil (Klären des überfliessenden Mischwassers).

Die untersuchten Siebanlagen

Bei der vorgeschlagenen *Kombianlage*, bestehend aus *Fangbecken* und *Siebanlage*, übernimmt die Siebanlage das Klären des überlaufenden Mischwassers anstelle des Klärteiles beim konventionellen Verbundbecken. Damit ergibt sich für die Fangbecken-Siebanlage die folgende Anordnung (Bild 2):

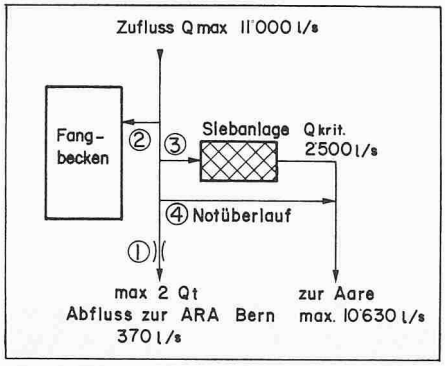

Bild 2. Regenentlastung Elfenau. Schema

Der Schmutzwasserabfluss bei Trokkenwetter fliesst am Fangbecken (im Nebenschluss) und der Siebanlage vorbei zur ARA Bern-Neubrück. Dieser Abfluss dauert auch bei Regenwetter weiter an, erhöht sich aber dann bis zur 2fachen Trockenwettermenge Q_t ①. Das zusätzliche Mischwasser fällt in der ersten Phase des Regenereignisses über eine Überfallkante ins Fangbecken ② und wird dort bis nach Regenende gestapelt. Dieser Vorgang dauert so lange, bis das Fangbecken gefüllt ist. Dauert der Regen an, so tritt die zweite Entlastung in Funktion, welche das Mischwasser der Siebanlage zuleitet ③. Das Fangbecken wird jetzt nicht mehr beschickt. Übersteigt der Zufluss die max. zulässige Beschickungsmenge der Siebanlage, d.h. Q_{krit} (pro Jahr etwa 18 Mal), dann tritt der Notüberlauf ④ in Funktion, der den Spitzenabfluss direkt zur Aare entlastet [11]. Eine Ausnahme bildet der EAWAG-Vorschlag (Statischer Feinrechen), bei dem die gesamte Mischwassermenge Q_{max} über die Siebanlage ③ geleitet wird und der Notüberlauf ④ nur bei verstopftem Sieb anspringt.

Nach Abklingen des Regens und Unterschreitung des 2fachen Q_t fliesst das Abwasser wieder vollständig zur ARA Bern. Die Siebanlage wird automatisch gereinigt und das Siebgut in den ARA-Zuleitungskanal geleitet. Das Fangbekken wird in Richtung ARA entleert, sobald im Kanalnetz genügend freie Kapazität vorhanden ist (Steuerung durch Fernwirksystem).

Die nachstehend beschriebenen Siebanlagen wurden von den einzelnen Lieferfirmen aufgrund eines Pflichtenheftes offeriert. Die wichtigsten Daten für die Offertbearbeitung lauteten:

Entwässerungsgebiet:
- Grösse 243,4 ha
- mittlerer Spitzenabflussbeiwert 0,4
- reduzierte Gebietsgrösse 97,4 ha
- Entwässerungssystem Mischsystem
- Fliesszeit max. 21 Min

Wassermengen:
- Trockenwetter-abfluss Q_t 185 l/s
- kritische Wassermenge Q_{krit} 2 500 l/s
- max. Regenwetterabfluss Q_{max} 11 000 l/s

Anforderungen an die Siebanlage:
- Sieben von Überlaufwasser, d.h. Mischwasser aus Abwasser und Regenwasser; die sichtbaren Verunreinigungen sollen möglichst weitgehend ausgeschieden werden.
- Die Zuflussmenge zum Sieb beträgt max. 2130 l/s (Q_{krit}–2 Q_t).
- Etwa 100 Betriebsstunden pro Jahr.
- Das Sieb soll nach einem Regenereignis wenn möglich automatisch gereinigt werden, so dass die Anlage auch nach längeren Stillstandzeiten (1–2 Monate) funktionstüchtig bereit steht.
- Das Siebgut soll womöglich bis nach dem Regenende zurückgehalten, z.B. ins Fangbecken transportiert und dort gestapelt werden.

Für jedes offerierte Siebsystem wurde ein Dispositionsentwurf der Anlage, bestehend aus Fangbecken und Siebanlage erstellt und die Bau- und Maschineninstallationen berechnet. Dasselbe gilt für das konventionelle Verbundbekken.

Mechanisch gereinigter Feinrechen

Die Anlage (Bild 3) besteht aus einem geraden, von oben nach unten durchflossenen Feinrechen und einer Rechenreinigungsmaschine. Der Feinrechen ist unter 30° aus der Horizontalen angeordnet und weist bei einer Breite von 1,20 m eine Länge von 5,00 m auf. Die Spaltbreite beträgt 5 mm. Nach dem Füllen des Fangbeckens wird die Rechenreinigungsmaschine automatisch eingeschaltet. Sie reinigt den Feinrechen solange, bis der Zufluss zur Siebanlage wieder aufhört. Die Rechenharke räumt das Siebgut in die auf der oberen Längsseite des Rechens angeordnete Rinne. Das durch den Feinrechen fliessende Mischwasser fällt in den Abflusskanal, von wo es direkt zur Aare geleitet wird.

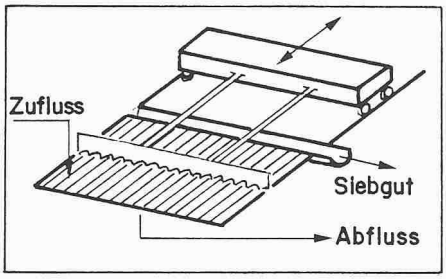

Bild 3. Mechanisch gereinigter Feinrechen. Schema (Firma Bieri, Liebefeld)

Regenauslasstrommel

Die Regenauslasstrommel (Bild 4) besteht aus einer um eine horizontale Achse sich drehenden Trommel, die von innen nach aussen durchströmt wird. Der Durchmesser und die Länge der Trommel betragen 2,50 m, der Abstand der Profildrähte, die den Zylinder überspannen, 2 mm. Sobald der Zufluss zur Siebanlage einsetzt, beginnt sich die Regenauslasstrommel automatisch zu drehen. Das Mischwasser fliesst in Längsrichtung in die Trommel hinein und verlässt sie seitlich und unten durch die Siebfläche nach aussen, wobei sich das Siebgut auf der Innenseite der Trommel absetzt. Mit der Drehbewegung der Trommel gelangt das Siebgut zum Trommelscheitelpunkt, wo es durch Wasserdüsen in die Siebgutrinne abgespritzt wird.

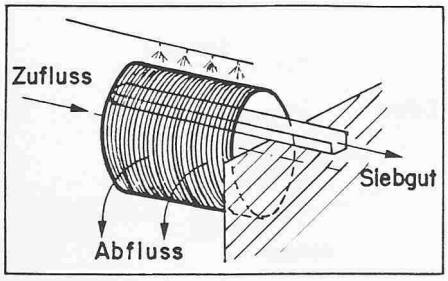

Bild 4. Regenauslasstrommel. Schema (Firma Roshard, Küsnacht)

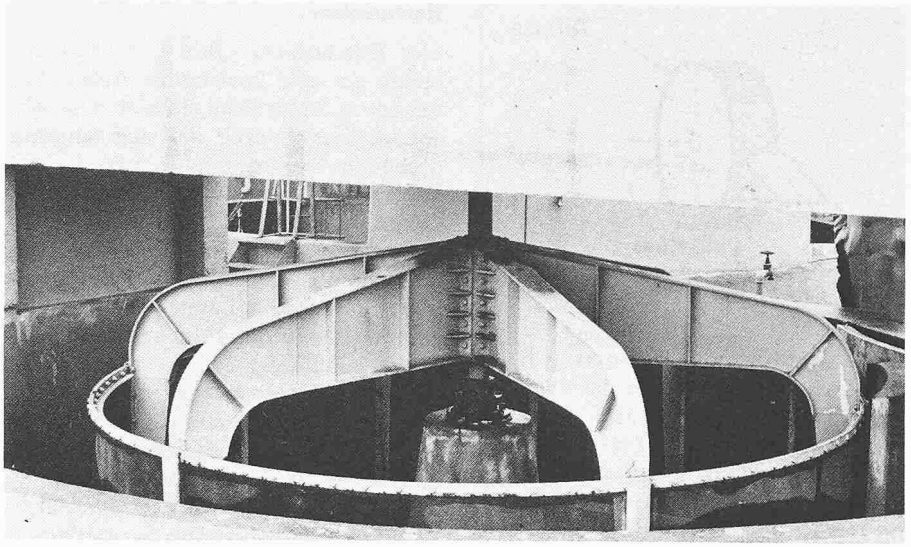

Bild 6. Zentrisieb auf der ARA Rapperswil (SG)

Zentrisieb

Das Zentrisieb (Bilder 5 und 6) gelangte bereits in den vierziger Jahren in der Schweiz zum Einsatz. Die sich um eine vertikale Achse drehende Trommel mit einem Durchmesser von 5,00 m und einer Siebhöhe von 1,00 m wird tangential angeströmt und vom Regenwasser von aussen nach innen durchflossen. Die Trommelwandung besteht aus einem Blech mit runden Löchern von 4 mm Durchmesser. Das Zentrisieb wird in einem spiralförmig sich verjüngenden Bauwerk eingebaut. Sobald das Regenwasser dem Sieb zuströmt, wird dieses in Umdrehung versetzt mit einer Umfanggeschwindigkeit, die wesentlich höher liegt als die der den Spiralraum durchfliessenden Wassermenge. Dadurch wird das Belegen der Trommel mit Siebgut verhindert. Dieses wird vielmehr nach aussen abgedrängt und gelangt in die am Ende des Spiralraumes angeordnete Siebgut-Falleitung. Das Regenwasser, das die Trommelwandung nach innen passiert hat, fällt nach unten und gelangt in den Entlastungskanal zur Aare.

Mikrostrainer

Die von der Firma CETEC vorgeschlagene Siebanalge (Bild 7) besteht aus drei Mikrostrainern von je 3,3 m Trommeldurchmesser und einer Trommellänge von je 5,30 m. Jede Trommel ist

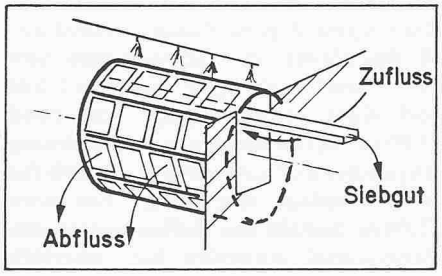

Bild 7. Mikrostrainer. Schema (Firma CETEC, Turgi)

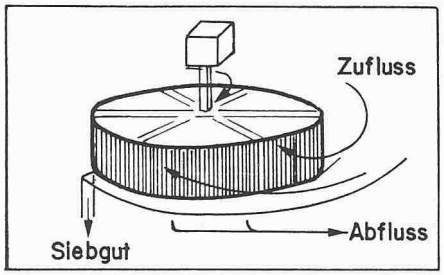

Bild 5. Zentrisieb. Schema (Firma Noerdlinger, Zürich)

mit 192 vorgefertigten Gewebetafeln bestückt, die mit einem Gewebe von 3 mm Maschenweite überspannt sind. Das zu behandelnde Wasser fliesst in Trommellängsrichtung in die Trommel hinein und durch den sich fortwährend drehenden Trommelmantel nach aussen, wobei die Gewebetafeln die Schwebestoffe zurückhalten. Die Reinigung der Siebflächen erfolgt kontinuierlich durch Sprühdüsen in entgegengesetzter Richtung in eine Sammelrinne. Nach Regenende wird das Wasser aus der die Filter umschliessenden Betonwanne in Richtung ARA entleert.

Trommelsieb und Rechen

Die Firma Alpha schlägt einen geraden, mechanisch gereinigten Stabrechen und ein um eine horizontale Achse drehendes Trommelsieb vor (Bild 8). Der Stabrechen weist einen Stababstand von 40 mm und eine Breite von 1,50 m auf.

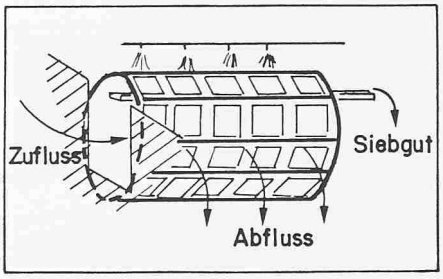

Bild 8. Trommelsieb. Schema (Firma Alpha, Nidau)

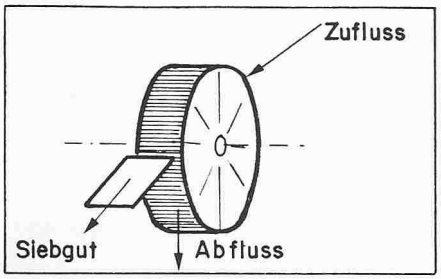

Bild 9. Rotostrainer. Schema (Firma Mecana, Schmerikon)

Er soll dem Abwasser die sperrigen Gegenstände entnehmen und das nachfolgende Trommelsieb vor allfälligen Beschädigungen schützen. Das Trommelsieb mit einem Durchmesser von 3,00 m und einer Trommellänge von 4,80 m ist mit 160 Tragrahmen bestückt, in welche Gewebetafeln von 2 mm Maschenweite eingegossen sind. Das Abwasser fliesst durch die offene Stirnseite in die rotierende Siebtrommel und verlässt diese in radialer Richtung. Dabei passiert das Abwasser die am Umfang der Trommel angebrachten Siebplatten, wobei die mitgeführten Schwebestoffe auf der Innenseite der Trommel zurückgehalten werden. Am Scheitel der Trommel wird das Siebgut durch Sprühdüsen in eine Rinne abgespült und zusammen mit dem Rechengut des Stabrechens zur ARA transportiert.

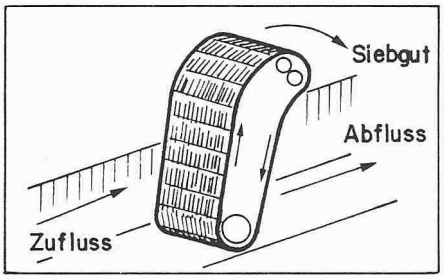

Bild 10. Aqua-Guard. Schema (Firma Picatech, Kriens)

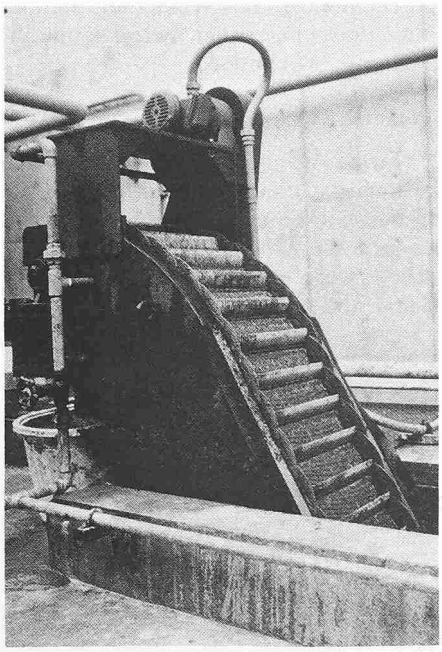

Bild 11. Aqua-Guard-Feinrechen

Rotostrainer

Der Rotostrainer (Bild 9) besteht aus einem um eine horizontale Achse drehenden zylinderförmigen Sieb. Das Abwasser fliesst durch die sich langsam drehende Siebtrommel hindurch und fällt unten wieder aus dem Rotostrainer heraus in den Entlastungskanal zur Aare. Die Firma Mecana schlägt vier Rotostrainer von je ca. 1,00 m Durchmesser und 3,00 m Länge vor. Das Siebgewebe hat eine Maschenweite von 5 mm. Sobald der Zufluss beginnt, setzen sich die Rotostrainer in Bewegung. Das Siebgut, das nicht durch die Maschen des Siebes dringen kann, wird von der Walze nach oben mitgenommen und auf der anderen Seite durch einen Abstreifer in eine Sammelrinne abgeworfen. Die grosse Wassermenge, die durch das Innere des Rotostrainers fällt, wäscht selbstreinigend ununterbrochen die in den Siebmaschen festgesetzten Partikel weg, welche vom Abstreifer nicht erfasst werden.

Aqua-Guard

Die zwei offerierten Aqua-Guard Siebrechen (Bilder 10 und 11) bilden eine sich selbstreinigende Kombination eines Siebes mit einem Rechen. Sie werden in horizontaler Richtung vom Entlastungswasser durchströmt, weisen eine Breite von je 1,50 m und eine Schlitzweite von 3 mm auf. Sobald sich die Wanne mit den beiden Aqua-Guards mit Wasser gefüllt hat, wird die Anlage automatisch in Betrieb gesetzt. Das wichtigste Element der Anlage ist die endlose Kette, die aus vielen, kleinen Rechenharken ähnlichen, identischen Filterelementen besteht und sich langsam dreht, so dass das abgelagerte Siebgut aus dem Wasser zum Scheitel des Siebrechens gehoben wird. Jedesmal wenn eine Reihe von Filterelementen die obere Umlenktrommel erreicht hat, treten die hinteren Arme des vorausgehenden Elementes durch die Filteroberfläche hindurch und heben die Feststoffe ab. Diese fallen in die Ablaufrinne.

Hydrasieve

Das Hydrasieve (Bild 12), ein *statisches Siebgerät,* mit horizontal, wellenförmig angeordneten Spezial-Profilstäben, dient dem Abtrennen von Feststoffen. Die vorgeschlagene Anlage besteht aus 40 Siebplatten mit Schlitzweiten von nur 1,5 mm, einer Breite von etwa 1,5 m und einer totalen Länge von rund 73,00 m. Bei doppelseitiger Anordnung längs eines Zuflusskanals ergibt sich für die Siebanlage eine Länge von etwa 37,00 m. Sobald das Zuflusswasser den Verteilkanal aufgefüllt hat, überfällt das Mischwasser über die Hydrasieveflächen. Das Abwasser fällt durch die

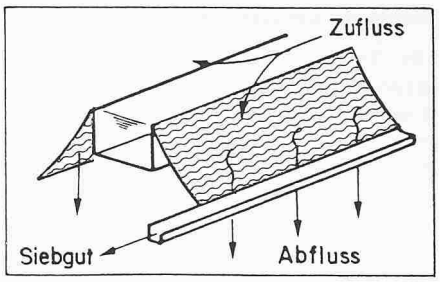

Bild 12. Hydrasieve-Anlage. Schema (Firma Picatech, Kriens)

Siebflächen in den darunter liegenden Kanal und fliesst zur Aare, während das Siebgut auf den Siebflächen nach unten gleitet und in die seitlich angeordneten Abfangrinnen fällt. Dank den wellenförmigen Siebstäben wird eine Verstopfung des Siebes weitgehend vermieden. Eine automatische Reinigungsvorrichtung ist nicht vorhanden.

Hydroscreen

Die Funktionsweise der Hydroscreen-Anlage (Bild 13) ist praktisch die gleiche wie beim Hydrasieve. Im Gegensatz zum Hydrasieve sind beim Hydroscreen die Rechenstäbe horizontal, aber nicht wellenförmig angeordnet.

Statischer Feinrechen

Diese Variante besteht aus einem Feinrechen, der horizontal über dem Entlastungskanal angeordnet wird und in vertikaler Richtung von unten nach oben durchflossen wird (Bild 14). Der Feinrechen mit den Abmessungen von 3,0×10,0 m weist einen Stababstand bzw. eine Stabdicke von 5 mm auf. Nach dem Füllen des Fangbeckens staut sich das Mischwasser im Zulaufkanal auf und durchströmt von unten den Feinrechen, um danach in den seitlich angeordneten Abflusskanal zu

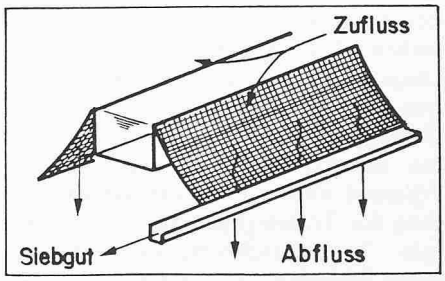

Bild 13. Hydroscreen-Anlage. Schema (Firma Mecana, Schmerikon)

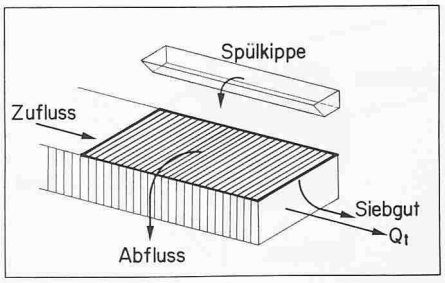

Bild 14. Statischer Feinrechen. Schema (Vorschlag EAWAG)

überfallen und zur ARA abzufliessen. Das Siebgut wird auf der Rechenfläche zurückgehalten und wird nach Regenende teilweise selbst abfallen und durch den Trockenwetterabfluss zur ARA Bern abgeschwemmt. Zur Reinigung nach Regenende werden über dem Feinrechen zusätzlich noch automatisch entleerende Spülkippen installiert.

Variantenvergleich und Variantenwahl

Technische Gesichtspunkte

Die technischen Daten der offerierten Siebanlagen zu vergleichen und zu beurteilen ist mangels genügender Erfahrungen auf dem Gebiete der Behandlung von Überlaufwasser schwierig. Wir möchten aber trotzdem an Hand einiger Kenngrössen die Unterschiede von einzelnen Systemen erörtern.

Eine *charakteristische Grösse* ist die *Loch-, Spalt- oder Maschenweite.* Folgende Öffnungen wurden offeriert:

1. Öffnung = 1,5 mm: Hydrasieve, Hydroscreen
2. Öffnung = 2,0 mm: Trommelsieb, Regenauslasstrommel
3. Öffnung = 3,0 mm: Microstrainer, Aqua-Guard
4. Öffnung = 4,0 mm: Zentrisieb
5. Öffnung = 5,0 mm: Feinrechen, Rotostrainer, statischer Feinrechen

Nach Auffassung der EAWAG genügt ein Stababstand von 5 mm, da alle Verunreinigungen, die durch ein solches Sieb durchströmen oder durchgepresst werden, in der Aare keine ästhetischen Probleme mehr verursachen. Ob bei anderen Vorflutern, wie zum Beispiel bei Seen, wesentlich kleinere Öffnungen richtig sind, ist uns nicht bekannt. In den USA wurden Pilotversuche mit Maschenweiten unter 0,1 mm mit Erfolg gefahren und es konnte damit etwa die Hälfte der gesamten Schwebestofffracht eliminiert werden [6, 7].

Die *Siebfläche* ist entweder ein *Siebgewebe* (wie z. B. bei Microstrainer, Trommelsieb, Rotostrainer) oder ein *Stabrechen* (statischer Feinrechen, Regenauslasstrommel, Hydrasieve). Eine Ausnahme bildet der Aqua-Guard, dessen Siebfläche aus Kunststoffelementen besteht, und das Zentrisieb, mit einer Siebfläche aus einem gelochten Blech. Ob bezüglich *Verstopfungsgefahr* die eine oder andere Siebkonstruktion zu befürworten ist, muss mit Versuchen bestimmt werden, ebenfalls die Auswirkungen auf den *Abscheideeffekt.* Es ist aber zu vermuten, dass mit einem Gewebe eher bessere Abscheideergebnisse erzielt werden können, dass sich jedoch mit der Reinigung grössere Probleme ergeben.

Tabelle 1. Investitionskosten in sFr. der untersuchten Siebanlagen und des Regenüberlaufbeckens

	statischer Feinrechen	*Regenüberlaufbecken 1560 m³*	*mechanisch gereinigter Feinrechen, Regenauslasstrommel, Aqua-Guard*	*Zentrisieb, Trommelsieb, Rotostrainer*	*Hydrasieve, Hydroscreen, Microstrainer*
Fang-/Verbundbecken	550 000	1 100 000	550 000	550 000	550 000
Gebäude für Siebanlage	400 000	–	450 000	650 000	1 100 000
elektro-mech. Installationen inkl. Messung und Steuerung	200 000	150 000	300 000	400 000	600 000
Erschliessung, Nebenarbeiten, Unvorhergesehenes, Regie, Honorare	450 000	450 000	500 000	600 000	850 000
Total Investitionen in Franken (Mittelwert)	1 600 000	1 700 000	1 800 000	2 200 000	3 100 000
Total Investitionen in Prozent (Streubereich)	94%	100%	101–110%	120–129%	179–192%

Die *Durchströmung der Siebe* erlaubt ebenfalls die Aufteilung in *zwei Kategorien.* Siebe, durch die das zu reinigende Wasser «durchfällt», wie z. B. bei den Systemen Bieri-Feinrechen, Zentrisieb, Rotostrainer, erreichen maximale Strömungsgeschwindigkeiten zwischen den Siebstäben von etwa 0,7 m/s. Dagegen liegen die Strömungsgeschwindigkeiten bei den Anlagen, in denen das Wasser aufstauen muss und dann in Folge des grösseren Innendruckes durch das Sieb nach aussen «strömt», bei etwa 0,15 m/s (z. B. Statischer Feinrechen, Trommelsieb, Microstrainer, Regenauslasstrommel).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die *technische Beurteilung allein keine endgültige Variantenwahl erlaubt, zu wenig Erfahrungswerte* vorliegen und die offerierten Systeme doch gesamthaft als *tauglich* bezeichnet werden dürfen.

Investitionskosten

Die Berechnung der Investitionskosten für die Kombianlagen Fangbecken-Siebanlagen ergab, dass einzig die Systeme statischer Feinrechen, mechanisch gereinigter Feinrechen, Regenauslasstrommel und Aqua-Guard Investitionskosten in der Grössenordnung eines konventionellen Regenüberlaufbeckens aufweisen. Dies überrascht, haben wir doch generell wesentliche Kosteneinsparungen bei praktisch allen Siebsystemen erwartet. Der Grund für die hohen Investitionskosten liegt in den *grossen Aufwendungen für die Siebgebäude.* Da sich die Regenentlastung Elfenau in einem der schönsten Erholungs- und Naturschutzgebiete befindet, muss die Anlage vollständig unterirdisch angeordnet werden, was entsprechend grosse Bauvolumen für den Einbau der Siebanlagen ergab. Die resultierenden Investitionskosten können deshalb nicht auf andere Projekte übertragen werden.

Die Kostenberechnung erfolgte auf Grund von Bauplänen, die für jede Variante erarbeitet wurden und auf Richtofferten der Lieferfirmen. Zu den in Tabelle 1 zusammengestellten Investitionskosten ist noch zu erwähnen, dass die Aufwendungen für die Erschliessung sowie die Messung und Steuerung mit etwa Fr. 300 000.– relativ hoch sind und bei anderen Standorten wegfallen dürften.

Variantenwahl

Auf Grund des Vergleichs der technischen Kenngrössen und der Investitionskosten wurde die von der EAWAG vorgeschlagene Variante (Statischer Feinrechen) mit *Fangbecken und statischem Feinrechen* als Bestvariante gewählt und zur Ausführung bestimmt. Ausschlaggebend für diese Wahl waren weniger die Kosteneinsparung gegenüber dem konventionellen Regenüberlaufbecken als vielmehr *gewässerschutztechnische* Überlegungen.

Man hofft, dass die Siebanlage die ästhetisch störend wirkenden Verunreinigungen wie zum Beispiel Schwimmstoffe, Papierfetzen, Stofflumpen etc. besser ausscheidet als ein Regenüberlaufbecken, das auf eine maximale Oberflächenbelastung von 60 m/h bemessen

wird. Mit dem Bau des Fangbeckens wird zusätzlich verhindert, dass an der Einleitstelle in die Aare bei Regenbeginn eine Verschmutzungsfahne sichtbar wird. Gegenüber dem Regenüberlaufbecken (Verbundbecken) weist die Kombianlage allerdings ein kleineres Speichervolumen auf, das heisst, es überläuft mehr Mischwasser in die Aare. Der Nutzen des Siebes dürfte jedoch höher sein als ein grosses Speichervolumen. Als Siebfeinheit genügt unseres Erachtens ein Stababstand von 5 mm, da alle Verunreinigungen, die durch ein solches Sieb durchströmen oder durchgepresst werden, in der Aare keine ästhetischen Probleme mehr verursachen. Die gewählte Variante wird auch als unterhaltsarm beurteilt.

Die gewählte Variante: Fangbecken und statischer Feinrechen

Die ganze Anlage (Bilder 15 und 16) ist *unterirdisch* angeordnet und über eine Treppe erreichbar. Vom zentralen Kontrollgang aus ist sowohl das Fangbekken wie der statische Feinrechen kontrollierbar. Der Betriebsraum mit den elektrischen Anlagen und den Mess- und Steuergeräten wurde zur Sicherheit gegen Überflutungen ausserhalb des eigentlichen Siebgebäudes angeordnet. Für die Reinigung der Anlage nach einem Regenereignis sind hinten im Fangbecken und über der Siebanlage Spülkippen angeordnet, die sich automatisch entleeren. Die Reinigung erfolgt aber erst nach Regenende, wenn die zurückgehaltenen Schmutzstoffe auch wirklich zur ARA Bern fliessen können und nicht bei einem unterliegenden Regenauslass entlastet werden. Dies wird als gewichtiger Vorteil für diese Variante gewertet.

Die Entleerung des Fangbeckens erfolgt über eine Leitung nach Öffnung eines automatisch gesteuerten Schiebers. Mit Hilfe eines Venturimeters wird der Abfluss gemessen und die Bekkenentleerung so gesteuert, dass im Maximum der zweifache Trockenwetterabfluss abfliesst.

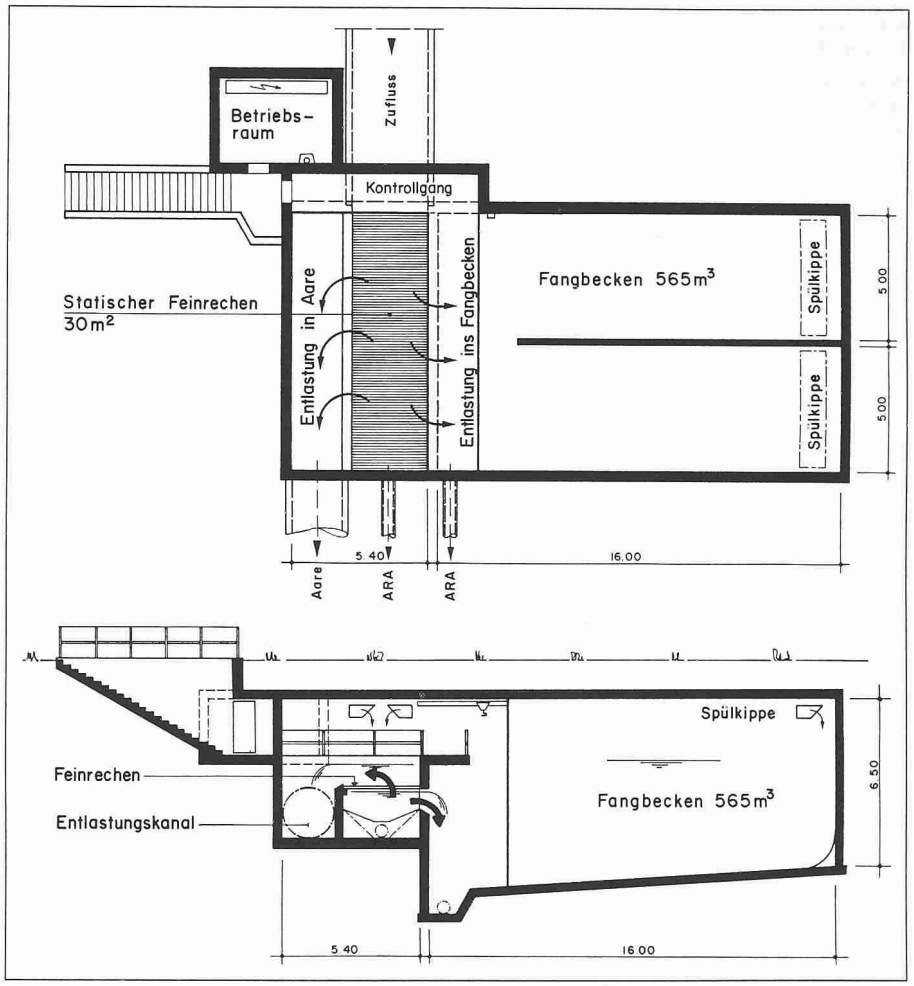

Bild 15 und 16. Gewählte Kombianlage. Grundriss und Längsschnitt

Literaturverzeichnis

[1] *Imhoff, K.*: «Taschenbuch der Stadtentwässerung», 21. Auflage, 1966

[2] *Munz, W.*: «Fangen, Klären, Speichern bei der Bemessung von Regenbecken». Publikation Nr. 736 der EAWAG, Mai 1979

[3] Verband Schweizerischer Abwasserfachleute (VSA): «Arbeitspapier für die Bemessung, die Gestaltung und den Betrieb von Regenüberlaufbecken». Nov. 1979

[4] *Guyer, W.*: «Kenntnisse und Forschung auf dem Gebiet der Regenwasserbehandlung». Vortrag an der VSA-Mitgliederversammlung vom 30.11.79 in Zürich

[5] U.S. Environmental Protection Agency: «Combined Sewer Overflows, Treatment by Screening and Terminal Ponding». Bericht EPA-600/2-79-085, August 1979

[6] U.S. Environmental Protection Agency: «Desinfection/Treatment of Combined Sewer Overflows». Bericht EPA-600/2-79-134, August 1979

[7] U.S. Environmental Protection Agency: «Screening/Flotation Treatment of Combined Sewer Overflows». Bericht EPA-600/2-79-106a, August 1979

[8] U.S. Environmental Protection Agency: «Process Design Manual for Suspended Solids Removal». Januar 1975

[9] Bundesamt für Umweltschutz: «Empfehlungen für die Bemessung und Gestaltung von Hochwasserentlastungen und Regenüberlaufbecken». Juli 1977

[10] *Koral, J.* und *Saatci, C.*: «Regenüberlauf- und Regenrückhaltebecken». 2. erweiterte Auflage, 1976

[11] *Hörler, A.*: «Regenauswertungen». 5. WAKO-Abwasserkurs des VSA, Mai 1980

Ausblick

Mit der Variantenstudie Siebanlagen konnten wir über die möglichen Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren sowie über die Kostensituation von Regenbecken und Siebanlagen für die Behandlung von Mischwasser wertvolle Erfahrungen sammeln und die Grundlagen für die Bearbeitung des allgemeinen Bauprojektes des Regenbekkens Elfenau erarbeitet. Die vorliegende Arbeit konnte nur dank eines intensiven und engen Mitwirkens der EAWAG, des BUS, des WEA und des Tiefbauamtes der Stadt Bern als Auftraggeber durchgeführt werden, wofür wir bestens danken. Wir hoffen, dass mit der Realisierung dieser Kombianlage wertvolle Erfahrungen für die Zukunft gesammelt werden können. Offen ist zur Zeit noch die Frage nach der bezüglich *Verstopfungsanfälligkeit* und *Reinigungsmöglichkeit günstigsten Siebkonstruktion*. Zur Klärung dieser Fragen werden zur Zeit Versuche unter realistischen Bedingungen im Kanalnetz durchgeführt.

Adresse der Verfasser: *M. Meyer*, dipl. Ing. ETH/SIA, Tiefbauamt der Stadt Bern, Bundesgasse 38, 3011 Bern und *P. Kaufmann*, Bau-Ing. SIA, Balzari Blaser Schudel, Ingenieure und Planer, Kramburgstr. 14, 3006 Bern